БЕЗОПАСНОСТЬ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА
SAFETY OF HUMAN ACTIVITY



УДК 621.873.135:614.8:331.45 10.23947/1992-5980-2017-17-4-136-143

Обоснования безопасности грузоподъемных кранов*

А. А. Короткий[1], Е. В. Егельская [2], А. П. Шерстюк[3]**

[1, 2, 3]Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

Safety case: cargo cranes ***

A. A. Korotkiy[1], E. V. Yegelskaya[2], A. P. Sherstyuk[3]**

[1, 2, 3] Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation

Введение. В статье рассматриваются вопросы обеспечения безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов в связи с изменениями законодательно-нормативной базы, допускающими компромиссные решения в случае отступления от требований промышленной безопасности.

Материалы и методы. Приведен пример обоснования безопасности при эксплуатации грузоподъемных кранов с учетом введения в действие федеральных норм и правил в части новых требований к зонам безопасности. Использованы материалы обследования объекта, эксплуатируемого с отступлениями от требований промышленной безопасности при работе козлового крана. Применен метод экспертной оценки частоты неблагоприятного события, позволяющий разработать рекомендации по уменьшению риска.

Результаты исследования. При обосновании безопасности опасного производственного объекта определены необходимые организационные и технические меры (барьеры безопасности), включающие сведения о технологических защитах, блокировках, системах автоматической защиты. Перечислены требования к квалификации персонала по организации безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов.

Обсуждение и заключения. Полученные результаты применимы на объектах, эксплуатирующих грузоподъемные краны, с целью снижения вероятности аварий и несчастных случаев. Обоснование безопасности дает четкое понимание и объективную оценку возможных рисков аварий и их последствий. С учетом полученных данных могут быть оптимизированы существующие условия работы, решены вопросы дальнейшей безопасной эксплуатации.

Introduction. Issues of ensuring safe operation of cranes due to changes in the legislative - regulatory system that allow for compromise solutions in case of deviations from the industrial safety requirements are considered.

Materials and Methods. An example of safety risks under the crane operation taking into account the enactment of the Federal regulations to the extent of new requirements for safety zones is given. Survey data of the site operated with deviations from the industrial safety requirements are used under operation of the frame crane. The method of expert evaluation of the adverse event frequency is applied. It makes possible to develop recommendations for risk reduction.

Research Results. In safety case of a hazardous industrial facility, reasonable safety management and engineering control (security barriers) are defined including data on the technological protection, blockings, and automatic protection systems. The employee qualification requirements for the safe operation of cranes are listed.

Discussion and Conclusions. The results obtained are applicable to the facilities that operate cranes in order to reduce the accident risks. The safety rationale provides a clear understanding and an objective assessment of the possible accident risks and their consequences. Taking into account the data obtained, the actual working conditions can be optimized, and the problems of further safe operation can be solved.

Ключевые слова: грузоподъемные краны, обоснование безопасности, оценка риска, компенсирующие мероприятия, барьеры безопасности, системы видеонаблюдения.

Keywords: cargo cranes, safety analysis, risk assessment, remedial measures, security barriers, CCTV systems.

Образец для цитирования: Короткий, А. А. Обоснования безопасности грузоподъемных кранов / А. А. Короткий, Е. В. Егельская, А. П. Шерстюк // Вестник Дон. гос. техн. ун-та. — 2017. — Т. 17, № 4. — С. 136–143.

For citation: A.A. Korotkiy, E.V. Yegelskaya, A.P. Sherstyuk. Safety case: cargo cranes. Vestnik of DSTU, 2017, vol. 17, no.4, pp. 136–143.

*Работа выполнена в рамках инициативной НИР.

**E-mail: korot@novoch.ru, egelskaya72@mail.ru, tolik.sherstyuk@mail.ru

***The research is done within the frame of the independent R&D.

Введение. Главные особенности аварий на опасных производственных объектах (ОПО), где эксплуатируются грузоподъемные краны, — сравнительная редкость инцидентов (с учетом жизненного цикла производства) и значительный разброс масштабов последствий.

При этом очевидно, что вполне могут быть исключены или минимизированы организационные и технические факторы, являющиеся предпосылками возникновения аварий и травмирований (несчастных случаев) при эксплуатации грузоподъемных кранов на ОПО.

Следует отметить, что работа на некоторых объектах регулируется различными нормативами, которые могут противоречить друг другу в части обеспечения безопасности. Долгое время оставался открытым вопрос о возможности эксплуатации кранов на таких объектах.

В настоящее время законодательством в области промышленной безопасности [1] определено требование о разработке «Обоснования безопасности опасного производственного объекта» в случаях, если при эксплуатации, капитальном ремонте, консервации и ликвидации ОПО требуется отступление от требований промышленной безопасности, установленных федеральными нормами и правилами. Наличие такого обоснования призвано разрешить конфликты между надзорными органами и эксплуатирующими организациями.

В статье рассматриваются вопросы обеспечения безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов на примере объекта, эксплуатирующего козловые краны с отступлениями от требований промышленной безопасности, а также предлагается применение метода экспертной оценки частоты неблагоприятного события, позволяющего разработать рекомендации по уменьшению риска.

Основная часть. Вопросы оценки риска при эксплуатации ОПО в России широко обсуждаются, что отражено в публикациях известных в области рискологии российских ученых [2, 3, 4, 5, 6]. В данном случае подразумевается общепринятое представление о риске как о вероятном неблагоприятном событии и последствии — таком, как потеря, ущерб, убыток. Перспективы использования методов оценки риска обсуждались в органах исполнительной власти. В итоге решением Коллегии Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору утверждена «Концепция совершенствования государственной политики в области обеспечения промышленной безопасности с учетом необходимости стимулирования инновационной деятельности предприятий на период до 2020 года» [7]. Руководящим принципом данной концепции является риск-ориентированный подход к обеспечению безопасной эксплуатации ОПО. Федеральные нормы и правила (ФНП) в области промышленной безопасности «Общие требования к обоснованию безопасности опасного производственного объекта» [8] устанавливают необходимость оценки риска, предусматривающей анализ сценариев возможных событий — вероятных и маловероятных (неблагоприятных). При этом в обязательном порядке должны быть выявлены условия и оценена вероятность реализации сценариев аварий и травмирования (причинения вреда жизни и здоровью) обслуживающего персонала.

Для объектов, эксплуатирующих грузоподъемные краны, отсутствует статистика редких факторов с тяжелым (крупным) ущербом, поэтому трудно прогнозировать вероятность неблагоприятного события и ожидаемый ущерб. С другой стороны, при работе грузоподъемного крана вероятно возникновение производственной аварии, вследствие которой возможно полное или частичное прекращение выпуска продукции, оказание услуг, разрушение технических объектов, повреждение здоровья и гибель людей. Таким образом, возможна опасная производственная ситуация, т. е. совокупность обстоятельств и событий, нарушающих штатное (проектное) течение технологических процессов и создающих неуправляемую концентрацию и нарастание опасностей, угрожающих техническим системам, окружающей природной среде, жизни и здоровью людей.

Со временем границы безопасности могут быть пересмотрены, поскольку изменяются факторы, влияющие на выбор приемлемого риска. Особое значение и актуальность приобретает управление рисками (или менеджмент рисков) — выработка и реализация управленческих решений, обеспечивающих минимизацию или исключение потерь при выполнении работ в рамках того или иного проекта. В частности, менеджмент рисков может заранее оценить и снизить возможные негативные последствия при эксплуатации технических устройств.

Ранее в работе [9] были выявлены основные факторы, влияющие на степень риска грузоподъемных кранов, а именно:

— изношенность находящегося в эксплуатации оборудования;

— неисправность и принудительное выведение из строя приборов и устройств безопасности;

— отсутствие технологических регламентов на конкретные виды работ;

— низкий уровень организационных мероприятий, проводимых инженерно-техническими специалистами при непосредственном руководстве работами;

— допуск к работам неквалифицированного персонала и др.

Также было статистически подтверждено, что аварийность и травматизм в большинстве случаев (90 %) обусловлены человеческим фактором, т. е. низким уровнем профессиональной подготовки персонала, принятием ошибочных решений исполнителями, незнанием требований нормативно-технических документов.

Анализ вероятности риска при работе грузоподъемных кранов. При функционировании грузоподъемного крана возникает ряд факторов, сопряженных с рисками. Анализ таких рисков предполагает выполнение следующих процедур:

— обоснование приемлемого риска;
— идентификация опасностей;
— оценка риска с анализом неопределенности и точности результатов;
— разработка рекомендаций по уменьшению риска;
— управление риском.

Перечисленные мероприятия проводятся в соответствии с имеющейся нормативно-правовой документацией или с учетом статистических данных об авариях (несчастных случаях). При оценке потенциальных рисков анализируются различные сценарии типичных, вероятных, а также маловероятных событий, выявляются условия и оценивается вероятность их реализации. Наиболее доступным является известный метод экспертной оценки частоты неблагоприятного события [9], позволяющий разработать рекомендации по снижению вероятности риска.

Базой для оценки риска служит процедура идентификации, основанная на следующей информации:

— класс опасности производственной среды,
— работа подобных технических систем,
— статистика отказов грузоподъемных кранов и ошибок персонала,
— данные о несчастных случаях и пр.

При идентификации рекомендуется рассматривать три группы опасностей, обусловленных тремя факторами:

1) ошибочные действия персонала,
2) состояние грузоподъемного крана,
3) класс опасности производственной среды.

На рис. 1 представлена графическая интерпретация реализации возможного неблагоприятного события (аварии, инцидента, несчастного случая), на которой вероятности опасностей $P1(t)$, $P2(t)$, $P3(t)$ изображены в виде окружностей в поле возможных реализаций.

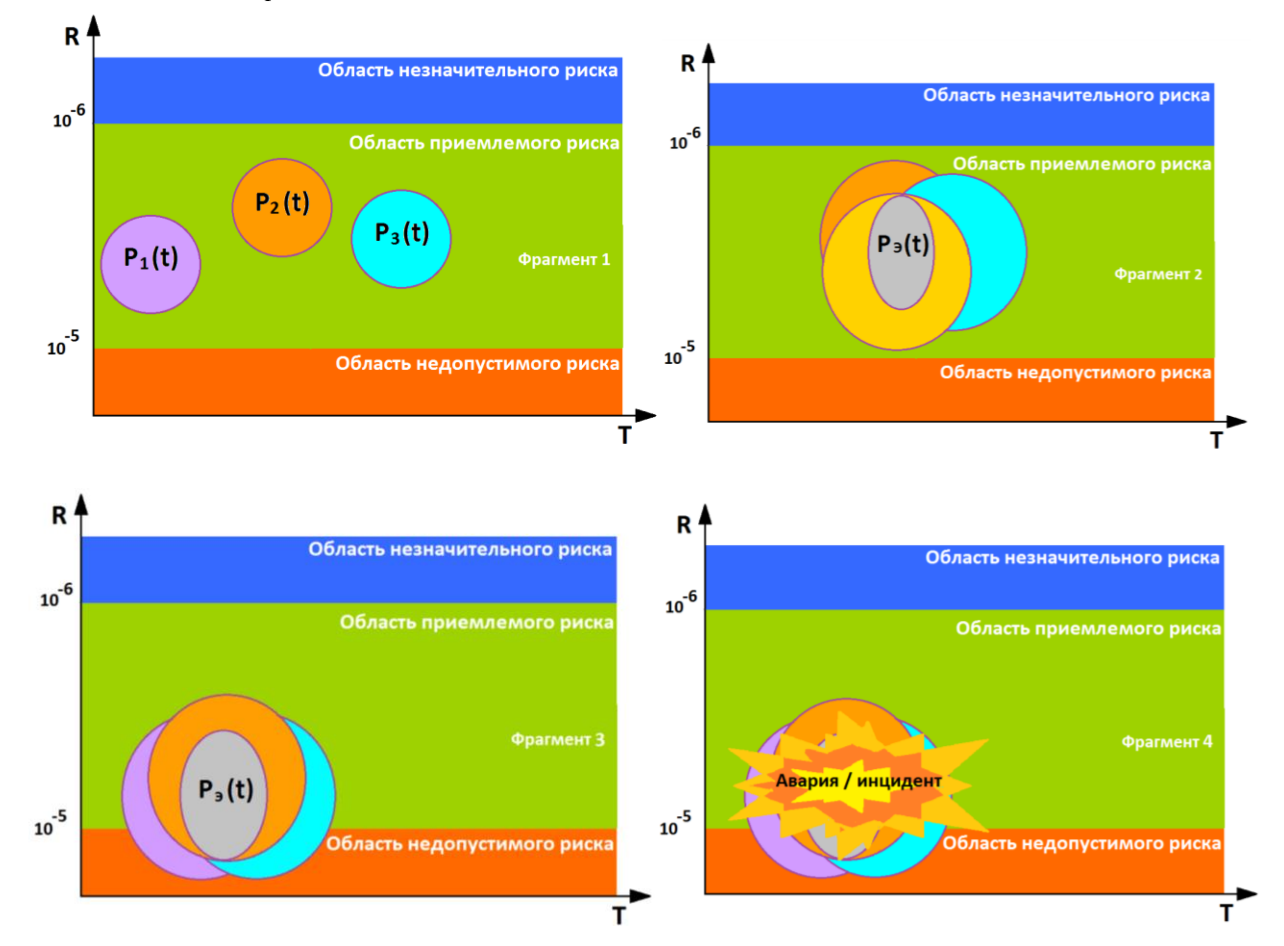


Рис. 1. Фрагменты процесса возникновения и развития неблагоприятного события (аварии, инцидента, несчастного случая): риск R во времени T

Fig. 1. Fragments of occurrence and development of adverse event (emergency, incident, accident): risk R in time T

Поле возможных реализаций опасностей с учетом частоты реализации неблагоприятного события статистически разделено на три области:

— область незначительного риска $R_u^i > 10^{-6}$;

— область приемлемого риска $10^{-5} \leq R_u^i < 10^{-6}$;

— область недопустимого риска $R_u^i < 10^{-5}$ [9].

В результате идентификации могут быть четко описаны все опасности, связанные с работой грузоподъемного крана, установленного на конкретном объекте. Данные о возможной реализации неблагоприятного события послужат основой для разработки компенсирующих мероприятий.

Обоснование безопасности грузоподъемных кранов в типичных условиях эксплуатации. В качестве примера рассмотрим объект, на котором эксплуатируется козловой кран, перемещающийся по наземному рельсовому пути. Это характерные условия, с которыми сталкиваются эксплуатирующие организации. При обеспечении безопасности они обязаны в первую очередь соблюдать установленные нормативы удаленности частей (элементов) крана от зданий и сооружений [10].

Натурные обследования объекта могут зафиксировать несоблюдение достаточного расстояния между выступающими частями крана, передвигающегося по наземному крановому пути, и строениями. Кроме того, может быть отмечена вероятность нахождения людей в потенциально опасных зонах между частями крана и сооружениями, предметами, оборудованием.

Для обоснования необходимости и достаточности принятых мер, компенсирующих такие отступления, разрабатываются специальные технические и организационные мероприятия.

В качестве технических мероприятий могут быть предложены установка барьеров безопасности, внедрение блокировки прохода и систем видеонаблюдения. На рис. 2 представлены варианты барьеров безопасности.





Рис. 2. Барьеры безопасности в виде металлических ограждений

Fig. 2. Security barriers in the form of metallic enclosures

На рис. 3 показано, как может быть обеспечена блокировка прохода в виде концевого выключателя.



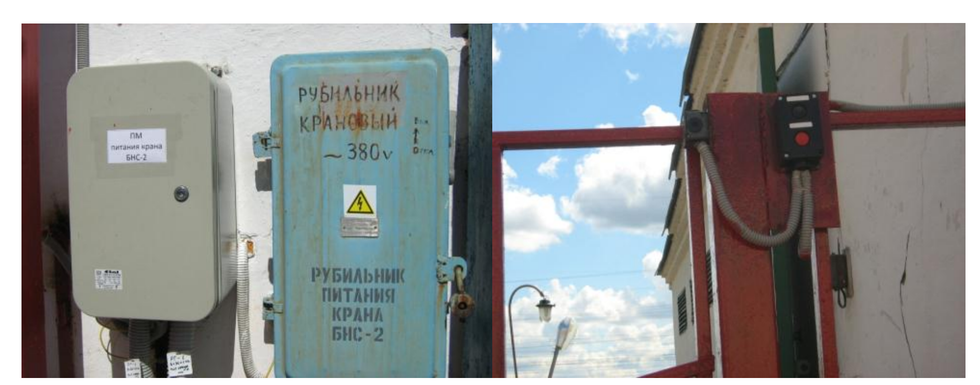


Рис. 3. Блокировка прохода в виде концевого выключателя

Fig. 3. Passage blocking in the form of end switch

Блокировки в виде концевых выключателей на калитках металлических ограждений могут быть использованы для устранения несанкционированного доступа в огражденное пространство. При этом в схему электрического питания козлового крана устанавливается магнитный пускатель.

На рис. 4 показаны возможные места установки видеокамер и мониторов.

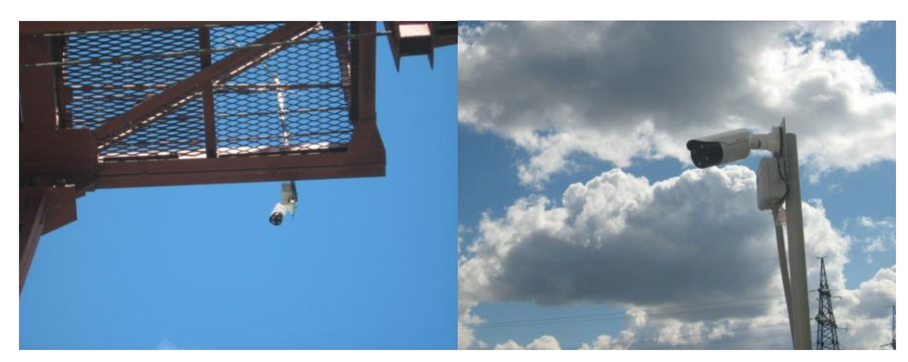




Рис. 4. Места установки видеокамер и мониторов

Fig. 4. Video cameras and monitors sites

Система видеонаблюдения позволяет крановщику контролировать потенциально опасные для людей зоны работы оборудования. В данном случае две камеры видеонаблюдения устанавливаются на неподвижных металлических стойках и на пролетном строении козлового крана.

Обоснование безопасности предполагает ряд организационных мероприятий. В частности, предлагается дополнить новыми требованиями должностные инструкции специалистов, производственные инструкции обслуживающего и ремонтного персонала, а также руководства по эксплуатации оборудования.

Должностные инструкции специалистов могут быть дополнены следующими требованиями: «Контролировать правильность использования и применения системы видеонаблюдения за подкрановыми путями при производстве работ. Не допускать краны к работе при неисправной системе видеонаблюдения».

Производственная инструкция машиниста крана может быть дополнена следующими требованиями: «При пуске козлового крана крановщик должен пройти в калитку, снять кран с противоугонного устройства (захвата), включить главный рубильник электропитания крана и закрыть дверцу калитки. Далее следует подняться на кран, вставить ключ-марку, включить аварийный рубильник, нажать кнопку включения защитной панели и опробовать работоспособность оборудования. Перед началом и во время работы козлового крана крановщик с помощью монитора, установленного в кабине, должен контролировать подкрановые пути, чтобы убедиться в отсутствии людей в потенциально опасной зоне».

Организационные и технические мероприятия, разработанные с целью обоснования безопасности, должны пройти независимую экспертизу. Положительное заключение экспертизы промышленной безопасности (ЗЭПБ) регистрируется в территориальном органе Ростехнадзора, где эксплуатируется козловой кран. Только после регистрации ЗЭПБ кран может быть допущен к эксплуатации.

В феврале 2017 года в статью 3 федерального закона «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» внесены изменения. Теперь организация, выдавшая положительное заключение, несет имущественную ответственность за вред, причиненный в процессе работы согласно данному ЗЭПБ.

Заключение. В работе рассмотрен объект, эксплуатирующий козловые краны с отступлениями от требований промышленной безопасности. Для снижения риска возникновения аварийных ситуаций предложено применение метода экспертной оценки частоты неблагоприятного события. При обосновании безопасности опасного производственного объекта определены необходимые организационные и технические меры (барьеры безопасности), включающие сведения о технологических защитах, блокировках, системах автоматической защиты. Перечислены дополнительные требования к квалификации персонала по организации безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов.

Результаты представленного исследования могут быть использованы на производственных объектах, эксплуатирующих грузоподъемные краны, с целью снижения или исключения вероятности возникновения аварий и несчастных случаев. Обоснование безопасности дает четкое понимание и объективную оценку возможных рисков аварий и их последствий. С учетом полученных данных могут быть оптимизированы существующие условия работы, а также решены вопросы дальнейшей безопасной эксплуатации.

Библиографический список

1. О промышленной безопасности опасных производственных объектов : федер. закон : [утв. Президентом Российской Федерации 21 июля 1997 г. (ред. от 07.03.2017 г.)]. — Москва : Научно-технический центр исследований проблем промышленной безопасности, 2017. — 56 с.

2. Короткий, А. А. Методологические основы оценки, прогнозирования и управления промышленной безопасностью подъемных сооружений : автореф. дис. … д-ра техн. наук / А. А. Короткий. — Новочеркасск, 1997. — 37 с.

3. Котельников, В. С. Методы диагностики и риск-анализа металлоконструкций грузоподъемных машин в управлении их безопасностью : автореф. дис. … д-ра техн. наук / В. С. Котельников. — Новочеркасск, 2006. — 39 с.

4. Анализ риска и его нормативное обеспечение / В. Ю. Мартынюк [и др.] // Безопасность труда в промышленности. — 1995. — № 11. — С. 55–62.

5. Кузьмин, И. И. Безопасность и риск. Эколого-экономические аспекты / И. И. Кузьмин, Н. А. Махутов, С. В. Хетагуров. — Санкт-Петербург : СПГУЭФ, 1997. — 164 с.

6. Гражданкин, А. И. К риск-ориентированной промбезопасности / А. И. Гражданкин // Контроль качества продукции. — 2012. — № 7. — С. 18–23.

7. Концепция совершенствования государственной политики в области обеспечения промышленной безопасности с учетом необходимости стимулирования инновационной деятельности предприятий на период до 2020 года : [утв. решением Коллегии Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 26 сентября 2011 г.] [Электронный ресурс] — Режим доступа: http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=EXP;n=535787#0 (дата обращения: 01.06.17).

8. Общие требования к обоснованию безопасности опасного производственного объекта : федер. нормы и правила в области промышленной безопасности : [утв. Приказом Ростехнадзора № 306 от 15 июля 2013 г.] [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_151251/ (дата обращения 08.06.17).

9. Егельская, Е. В. Оценка риска человеческого фактора в системе «персонал — подъемные механизмы — производственная среда» на предприятиях машиностроения : автореф. дис. … канд. техн. наук / Е. В. Егельская. — Ростов-на-Дону, 2015. — 20 с.

10. Правила безопасности опасных производственных объектов, на которых используются подъемные сооружения : федер. нормы и правила в области промышленной безопасности : [утв. Приказом Ростехнадзора № 533 от 12 ноября 2013 г. (в ред. с изм. на 12.04.2016 г.) [Электронный ресурс]. — Режим доступа : http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_157709/ (дата обращения 08.06.17).

References

1. O promyshlennoy bezopasnosti opasnykh proizvodstvennykh ob"ektov : feder. zakon: [utv. Prezidentom Rossiyskoy Federatsii 21 iyulya 1997 g. (red. ot 07.03.2017 g.)]. [On industrial safety of hazardous production facilities: Feder. law: [approved by President of the Russian Federation on July 21, 1997 (as amended on 07/03/2017)] Moscow: Research and Development Centre on Industrial Safety Problems, 2017, 56 p. (in Russian).

2. Korotkiy, A.A. Metodologicheskie osnovy otsenki, prognozirovaniya i upravleniya promyshlennoy bezopasnost'yu pod"emnykh sooruzheniy: avtoref. dis. … d-ra tekhn. nauk. [Methodological background for assessment, forecasting and management of industrial safety of lifting structures: Dr.Sci. (Eng.) diss., author's abstract.] Novocherkassk, 1997, 37 p. (in Russian).

3. Kotelnikov, V.S. Metody diagnostiki i risk-analiza metallokonstruktsiy gruzopod"emnykh mashin v upravlenii ikh bezopasnost'yu: avtoref. dis. … d-ra tekhn. nauk. [Methods of diagnostics and risk-analysis of metal structures of load-lifting machines in their safety control: Dr.Sci. (Eng.) diss., author's abstract.] Novocherkassk, 2006, 39 p. (in Russian).

4. Martynyuk, V.Y., et al. Analiz riska i ego normativnoe obespechenie. [Risk analysis and its regulatory support.] Occupational Safety in Industry, 1995, no. 11, pp. 55–62 (in Russian).

5. Kuzmin, I.I., Makhutov, N.A., Khetagurov, S.V. Bezopasnost' i risk. Ekologo-ekonomicheskie aspekty. [Safety and risk. Eco-economic aspects.] St.Petersburg: SPGUEF, 1997, 164 p. (in Russian).

6. Grazhdankin, A.I. K risk-orientirovannoy prombezopasnosti. [To risk-oriented industrial safety.] Production Quality Control, 2012, no. 7, pp. 18–23 (in Russian).

7. Kontseptsiya sovershenstvovaniya gosudarstvennoy politiki v oblasti obespecheniya promyshlennoy bezopasnosti s uchetom neobkhodimosti stimu-lirovaniya innovatsionnoy deyatel'nosti predpriyatiy na period do 2020 goda : [utv. resheniem Kollegii Federal'noy sluzhby po ekologicheskomu, tekhnologicheskomu i atomnomu nadzoru ot 26 sentyabrya 2011 g.] [Concept of improving state policy in the field of ensuring industrial safety with account for need to stimulate innovative activity of enterprises for the period up to 2020: [approved by decision of Federal Service for Environmental, Technological, and Nuclear Oversight Body of September 26, 2011.] Available at: http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=EXP;n=535787#0 (accessed: 01.06.17) (in Russian).

8. Obshchie trebovaniya k obosnovaniyu bezopasnosti opasnogo proizvodstvennogo ob"ekta: feder. normy i pravila v oblasti promyshlennoy bezopasnosti : [utv. Prikazom Rostekhnadzora № 306 ot 15 iyulya 2013 g.] [General requirements for safety case of hazardous production facility: Federal regulations on industrial safety: [approved by Order of Rostekhnadzor No. 306 of July 15, 2013.] Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_151251/ (accessed: 08.06.17) (in Russian).

9. Yegelskaya, E.V. Otsenka riska chelovecheskogo faktora v sisteme «personal — pod"emnye mekhanizmy — proizvodstvennaya sreda» na predpriyatiyakh mashinostroeniya: avtoref. dis. … kand. tekhn. nauk. [Assessment of human factor risk in the system of "personnel — lifting mechanisms — production environment" at enterprises of mechanical engineering: Cand.Sci. (Eng.) diss., author's abstract.] Ростов-на-Дону, 2015. — 20 с. (in Russian).

10. Правила безопасности опасных производственных объектов, на которых используются подъемные сооружения: федер. нормы и правила в области промышленной безопасности : [утв. Приказом Ростехнадзора № 533 от 12 ноября 2013 г. (в ред. с изм. на 12.04.2016 г.) [Safety rules for hazardous production facilities on which lifting facilities are used: Federal regulations on industrial safety: [approved by Order of Rostekhnadzor No. 533 of November 12, 2013 (as amended on April 12, 2016).] Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_157709/ (accessed: 08.06.17) (in Russian).

Поступила в редакцию 20.07.2017
Сдана в редакцию 28.07.2017
Запланирована в номер 15.09.2017

Received 20.07.2017
Submitted 28.07.2017
Scheduled in the issue 15.09.2017

Об авторах:

Короткий Анатолий Аркадьевич,
заведующий кафедрой «Эксплуатация транспортных систем и логистика» Донского государственного технического университета (РФ, 344000, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), доктор технических наук, профессор,
ORCID: http://orcid.org/0000-0001-9446-4911
korot@novoch.ru

Егельская Елена Владимировна,
доцент кафедры «Эксплуатация транспортных систем и логистика» Донского государственного технического университета (РФ, 344000, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), кандидат технических наук, доцент,
ORCID: http://orcid.org/0000-0003-3864-9254
egelskaya72@mail.ru

Шерстюк Анатолий Петрович,
магистрант кафедры «Эксплуатация транспортных систем и логистика» Донского государственного технического университета (РФ, 344000, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1),
ORCID: http://orcid.org/0000-0002-4311-8207
tolik.scherstyuk@mail.ru

Authors:

Korotkiy, Anatoly A.,
head of the Transport Systems Operation and Logistics Department, Don State Technical University (RF, 344000, Rostov-on-Don, Gagarin Square, 1), Dr.Sci. (Eng.), professor,
ORCID: http://orcid.org/0000-0001-9446-4911
korot@novoch.ru

Yegelskaya, Elena V.,
associate professor of the Transport Systems Operation and Logistics Department, Don State Technical University (RF, 344000, Rostov-on-Don, Gagarin Square, 1), Cand.Sci. (Eng.), associate professor,
ORCID: http://orcid.org/0000-0003-3864-9254
egelskaya72@mail.ru

Sherstyuk, Anatoly P.,
Master of Sci. of the Transport Systems Operation and Logistics Department, Don State Technical University (RF, 344000, Rostov-on-Don, Gagarin Square, 1),
ORCID: http://orcid.org/0000-0002-4311-8207
tolik.scherstyuk@mail.ru